

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 1 1 月 2 8 日
Date of Application:

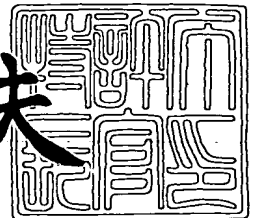
出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 3 4 6 4 7 6
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 3 4 6 4 7 6]

出 願 人 T D K 株 式 会 社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 1 月 1 0 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 04605

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 41/09

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都中央区日本橋一丁目 1 3 番 1 号ティーディーケイ
 株式会社内

 【氏名】 宮野 雅一

【特許出願人】

 【識別番号】 000003067

 【氏名又は名称】 ティーディーケイ株式会社

 【代表者】 澤 部 肇

【代理人】

 【識別番号】 100079290

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 村井 隆

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 068033

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 アクチュエータ及びその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ガラス基体と、該ガラス基体の両端面に一端部がそれぞれ接合されていて、不純物ドーピングで低抵抗率となっているシリコンアームと、該シリコンアームの前記ガラス基体への接合面の反対面に形成される圧電膜と、該圧電膜上に形成された一方の電極とを備え、

前記圧電膜に接する他方の電極を前記シリコンアームで構成したことを特徴とするアクチュエータ。

【請求項 2】 前記圧電膜が P Z T 薄膜である請求項 1 記載のアクチュエータ。

【請求項 3】 前記圧電膜上に形成された一方の電極の最上層が A u 層で形成されている請求項 1 又は 2 記載のアクチュエータ。

【請求項 4】 前記シリコンアームに直接接する外部接続用電極が当該シリコンアーム上に形成されている請求項 1, 2 又は 3 記載のアクチュエータ。

【請求項 5】 不純物ドーピングで低抵抗率となっているシリコン基板の片面に圧電膜を成膜する圧電膜成膜工程と、

該圧電膜に接する第 1 の電極及び前記シリコン基板に直接接する第 2 の電極をそれぞれ形成する電極成膜工程と、

前記電極成膜工程の終了したシリコン基板を、前記圧電膜を外向きとしてガラス基板の両側に接合する接合工程と、

前記圧電膜が複数個平行に配置されたブロックの状態に前記シリコン基板及びガラス基板を切り出す第 1 の切断工程と、

前記ブロックのガラス部分をエッチングで部分的に除去するガラスエッチング工程と、

前記圧電膜を 1 つ有するシリコンアームの対をガラス基体で接合してなるアクチュエータを、前記ガラスエッチング工程終了後のブロックから切り出す第 2 の切断工程とを備えることを特徴とするアクチュエータの製造方法。

【請求項 6】 前記電極成膜工程では、第 1 の電極形成位置と第 2 の電極形

成位置との境界部にリフトオフレジスト層を形成してから、電極膜を成膜し、その後前記リフトオフレジスト層を除去することで前記第1及び第2の電極をそれぞれ形成する請求項5記載のアクチュエータの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、圧電膜を形成したシリコンアームの変位を利用するアクチュエータ及びその製造方法に係り、とくに磁気記録装置における磁気ヘッドの高精度の位置制御等の用途に好適に使用できるアクチュエータ及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、磁気記録においては、急速な勢いで記録密度の高度化が進んでいる。当然トラックピッチの幅も狭くして密度を上げることになるが、トラック位置に対する磁気ヘッド位置制御の精度を上げなければならない。しかし、VCM（ボイスコイルモータ）だけでのコントロールでは限界である。このため、VCMの粗いコントロールと微細なコントロールを行うアクチュエータが搭載された2段型サーボコントロール方式が提案されている。

【0003】

この分野に用いるアクチュエータとして、従来の下記の構成のものが知られている。

【0004】

(1) ジルコニアフレームアクチュエータ

ジルコニアシートの積層体に圧電素子を印刷法等により形成した後、焼成し、これを素子サイズに切り出す。この素子の長所、短所は以下のようになる。

(長所)

ジルコニアを使うことにより衝撃性は向上する。大型サイズのスライダーには適しているが、今後開発が予定されている小サイズスライダーにはここまでの靱性を必要とはしない。被PZT積層印刷、焼成基板としての必要性が優先する。

(短所)

- ① ジルコニア基板と圧電素子の焼成時の変形を抑える必要があり、安定な焼成が難しい。また、切断により不要部が発生する。
- ② ダウンサイズに不適である。加工性が良くないため今後予定されるスライダーの小型化の適用には加工精度で問題が残る。

【0005】

(2) メタルフレームアクチュエータ

ステンレス板をエッチング加工でスライダー搭載部、サスペンションへの固定部、圧電基板を貼り付ける駆動部を形成し、横向きコの字状に折り曲げる。垂直に立ち上がった2つの板の側面部に圧電素子を貼り付ける。

(長所)

小型化できる。エッチング加工のため小型化にある程度は対応できる。

(短所)

- ① ウエットエッチングのためサイドエッチングのコントロールが難しい。このため、フレームの加工精度で問題が残る。
- ② 量産性及びコストに問題がある。フレームの2つの側板に圧電素子を精度良く貼り付けるために、各フレーム毎に位置決めあるいは位置を認識させてから素子を貼り付けなければいけないため、量産性は上がりずコストは高くなる。一方、量産性を上げるためには専用の搭載機を開発しなければならず、多くの設備投資を必要とする。

【0006】

(3) ロードビームタイプ

ヘッドを取り付けているサスペンションに八の字状に溝を入れ、この2本の溝を渡すように圧電素子を貼り付ける。この圧電素子を駆動することにより、先端のヘッドを円運動させる。

(長所)

- ① 取り付けが容易である。
- ② 構造が簡単である。
- ③ 低コストである。

(短所)

高速応答性が良くない。サスペンションを加工し、先端に重いスライダーを持つ構造であるため共振周波数が高く取れない。読み取り速度の高速化においては致命的な欠点である。

【0007】

なお、金属板に圧電素子を貼り付けた構造を持つ圧電／電歪デバイスとして、下記特許文献1，2に記載のものがある。

【0008】

【特許文献1】 特開2002-26411号公報

【特許文献2】 特開2002-289936号公報

【0009】

この場合、金属板の切断、折り曲げ加工が必要であり、小型化への対応が難しい。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、上記の点に鑑み、高精度な制御が可能であり、量産性に優れるため低いコストで製作可能なアクチュエータ及びその製造方法を提供することを目的とする。

【0011】

本発明のその他の目的や新規な特徴は後述の実施の形態において明らかにする。

【0012】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本願請求項1の発明に係るアクチュエータは、ガラス基体と、該ガラス基体の両端面に一端部がそれぞれ接合されていて、不純物ドーピングで低抵抗率となっているシリコンアームと、該シリコンアームの前記ガラス基体への接合面の反対面に形成される圧電膜と、該圧電膜上に形成された一方の電極とを備え、

前記圧電膜に接する他方の電極を前記シリコンアームで構成したことを特徴としている。

【0013】

本願請求項2の発明に係るアクチュエータは、請求項1において、前記圧電膜がPZT薄膜であることを特徴としている。

【0014】

本願請求項3の発明に係るアクチュエータは、請求項1又は2において、前記圧電膜上に形成された一方の電極の最上層がAu層で形成されていることを特徴としている。

【0015】

本願請求項4の発明に係るアクチュエータは、請求項1, 2又は3において、前記シリコンアームに直接接する外部接続用電極が当該シリコンアーム上に形成されていることを特徴としている。

【0016】

本願請求項5の発明に係るアクチュエータの製造方法は、不純物ドーピングで低抵抗率となっているシリコン基板の片面に圧電膜を成膜する圧電膜成膜工程と、

該圧電膜に接する第1の電極及び前記シリコン基板に直接接する第2の電極をそれぞれ形成する電極成膜工程と、

前記電極成膜工程の終了したシリコン基板を、前記圧電膜を外向きとしてガラス基板の両側に接合する接合工程と、

前記圧電膜が複数個平行に配置されたブロックの状態に前記シリコン基板及びガラス基板を切り出す第1の切断工程と、

前記ブロックのガラス部分をエッチングで部分的に除去するガラスエッチング工程と、

前記圧電膜を1つ有するシリコンアームの対をガラス基体で接合してなるアクチュエータを、前記ガラスエッチング工程終了後のブロックから切り出す第2の切断工程とを備えることを特徴としている。

【0017】

本願請求項6の発明に係るアクチュエータの製造方法は、請求項5において、前記電極成膜工程では、第1の電極形成位置と第2の電極形成位置との境界部にリフトオフレジスト層を形成してから、電極膜を成膜し、その後前記リフトオフ

レジスト層を除去することで前記第1及び第2の電極をそれぞれ形成することを特徴としている。

【0018】

【発明の実施の形態】

以下、本発明に係るアクチュエータ及びその製造方法の実施の形態を図面に従って説明する。

【0019】

図1は本発明の実施の形態であって完成状態のアクチュエータを、図2はアクチュエータにおけるシリコンアームの圧電膜及び電極構造を示す。

【0020】

これらの図において、1は方形板状のガラス基体であり、その両端面に駆動アームとしての角柱状シリコンアーム2の一端部がそれぞれ接合（例えば陽極接合）され、ガラス基体1と2本のシリコンアーム2とで略コ字状構造体を成している。

【0021】

前記シリコンアーム2は単結晶シリコンに不純物をドーピングすることにより抵抗率 $1\Omega\text{cm}$ 以下の低抵抗率構造体となっている。単結晶シリコンはHDD（ハードディスク駆動装置）の使用温度範囲では塑性変形せず弾性材料として優れており、またエッチング加工して表面に損傷を生じないようにすれば機械的強度も大きい。

【0022】

図2のように、前記シリコンアーム2のガラス基体1への接合面の反対面には駆動体となる圧電膜としてのPZT（ジルコン酸鉛とチタン酸鉛の混合物）薄膜10及び電極11、12が形成されている。PZT薄膜10の上面に形成された電極11はPZT薄膜10に電圧を印加するための一方の電極となり、PZT薄膜10に電圧を印加するための他方の電極は、上記したように不純物ドーピングで抵抗率 $1\Omega\text{cm}$ 以下の低抵抗率構造体となったシリコンアーム2自体で構成される。シリコンアーム2の端部上に位置する電極12はシリコンアーム2を介して前記PZT薄膜10に接続する外部接続用電極となる。これらの電極11、12はスバ

ッタ等の薄膜技術で形成されるが、少なくとも最上層はAu層であることが好ましい。これは、製造に際しガラス基板1をエッチングで形成する際に、PZT薄膜10及び電極11、12がエッチング液で浸食されないようにするためである。電極11、12は例えば、最下層がCr、中間層がNi、最上層がAuであることが好ましい。また、前記PZT薄膜10はゾルゲル法、イオンビームスパッタ、RFマグネトロンスパッタ、DCマグネトロンスパッタ、MO(メタルオーガニック)CVD、PLD、水熱合成法、電気泳動のいずれかの方法で形成可能である。

【0023】

この実施の形態に示したアクチュエータは、電極11、12に電圧を供給し、PZT薄膜10の厚み方向に電圧を印加することで、PZT薄膜10の電歪効果によりシリコンアーム2の先端を図1中の矢印X方向(2つのシリコンアームの配置面内でシリコンアーム長手方向に直交する向き)に変位させることができる。すなわち、2本のシリコンアーム2は駆動アームとして機能する。

【0024】

HDDサーボコントロール用アクチュエータとして使用する場合、駆動アームとしての2本のシリコンアーム2の内側に磁気ヘッドのスライダーSLが位置調整後接着され、さらに、それらはガラス基板1の部分にてサスペンション(VCMで駆動される部分)に接着固定される。

【0025】

図3及び図4で図1に示したアクチュエータの製造方法を説明する。まず、図3(A)でガラス基板30の表裏面を研磨し、同図(B)の接合工程において、そのガラス基板30を挟むように単結晶シリコン基板20を両側に接合する。但し、シリコン基板20は不純物ドーパで抵抗率 $1\Omega\text{cm}$ 以下となっており、シリコン基板20とガラス基板30の接合は陽極接合で行う。陽極接合は信頼性が高く接合界面に何も残らない。接着剤を使うとガラスエッチングの際に残渣(ざんさ)になり、除去することが必要になる。

【0026】

前記シリコン基板20のガラス基板30への接合面の反対面には、予め図2の

シリコンアーム 2 となる区画毎に、図 4 の手順で P Z T 薄膜 1 0 及び電極 1 1, 1 2 が形成されている。図 4 (A) のシリコン基板 2 0 (切断することでシリコンアームとなる) の片面に同図 (B) のように犠牲層となる SiO_2 又は PSG (燐ドーパガラス) 膜のマスク層 2 1 を形成する。

【0027】

その後、図 4 (C) のように P Z T 成膜領域のマスク層 2 1 を、HF あるいはバッファード (Buffered) HF でエッチングして除去し、シリコン基板面を露出させ、同図 (D) のように圧電膜として P Z T 薄膜 1 0 を成膜する。この成膜は、上記したゾルゲル法、イオンビームスパッタ、RF マグネトロンスパッタ、DC マグネトロンスパッタ、MOCVD、PLD、水熱合成法、電気泳動による。P Z T 薄膜 1 0 はマスク層 2 1 上にも形成されるが、図 4 (E) のようにマスク層 2 1 をリフトオフすることで、マスク層 2 1 と共に除去され、シリコン基板面に直接成膜された P Z T 薄膜 1 0 のみが残る。以上の図 4 (A) ~ (E) が圧電膜成膜工程である。

【0028】

そして、図 4 (F) のように、電極 1 1 の形成位置と電極 1 2 の形成位置との境界部に、P Z T 薄膜 1 0 よりも高いリフトオフレジスト層 2 2 を形成 (パターンニング) してから、同図 (G) のように電極膜 2 3 をスパッタ等の薄膜技術で成膜し、その後同図 (H) のように前記リフトオフレジスト層 2 2 を除去することにより、P Z T 薄膜 1 0 及び電極 1 1 から離間した基板面の位置に電極 1 2 が形成される。以上の図 4 (F) ~ (H) が電極成膜工程である。

【0029】

図 3 (B) のガラス基板 3 0 を 2 枚のシリコン基板 2 0 で挟んで接合した構造体は、図 4 (H) のシリコンアームとなる区画に対応した P Z T 薄膜 1 0 及び電極 1 1, 1 2 を縦及び横方向に平行に多数有している。そこで、図 3 (C) の第 1 の切断工程にてシリコンアームが多数並列 (平行) に連なった状態のブロック 4 0 に切り出す。そのブロック 4 0 はガラスブロック 4 1 の両側がシリコンブロック 4 2 である。そして、ブロック 4 0 に対して図 3 (D) のように片側のガラスブロック側面をマスキングした状態で HF あるいはバッファード (Buffered) H

Fでガラスブロック41の部分をエッチングし、長さが短くなったガラスブロック41の両側に長いシリコンブロック42（シリコンアームが並列に多数連なったもの）が残った形状とする（ガラスエッチング工程）。その後、図3（E）の第2の切断工程において個々のアクチュエータとなるチップにスライスして切り出す。すなわち、図1のようなガラス基体1の両側にシリコンアーム2が接合された略コ字状構造体のアクチュエータが得られる。

【0030】

なお、第1及び第2の切断工程における切断の方法は、ダイサー、スライサー、ワイヤーソー、レーザーのいずれの方法でもよい。

【0031】

この実施の形態によれば、次の通りの効果を得ることができる。

【0032】

（1） シリコンアーム2として単結晶シリコンを用いている。単結晶シリコンはHDDの使用温度範囲では塑性変形せず弾性材料として優れており、またエッチング加工して表面に損傷を生じないようにすれば機械的強度も大きい。このことは、HDDサーボコントロール用アクチュエータとして十分使用に耐えることを意味する。

【0033】

（2） PZT薄膜10を駆動体として使用しており、シリコンアーム2に薄膜形成工法で直接成膜することで、圧電素子の貼り付け等の作業を不要にでき、量産性が良好となる。また、PZT薄膜は犠牲層のリフトオフでパターン形成可能である。

【0034】

（3） シリコンアーム／ガラス基体／シリコンアームのサンドイッチ構造をとっており、シリコンアーム2（製造過程におけるシリコン基板20）の厚みを変えることによりシリコンアーム2の剛性が変わるため、目標とする変位量とするためにシリコン基板厚みを選択することができる。なお、ガラス基体1はシリコンアーム2を保持するだけでなく、絶縁の機能を果たしている。

【0035】

(4) シリコン基板とガラス基板との接合は陽極接合で行っており、信頼性が高く接合界面に何も残らない。接着剤を使うとガラス基板のエッチングの際に残渣になり、除去することが必要になる。

【0036】

(5) ガラスエッチングによりシリコンアーム2を形成しており、エッチング時間によりシリコンアームの長さを調整することが可能である。

【0037】

(6) シリコンアーム2をPZT薄膜10の片側に接する電極として使うため、構造が簡素になる。シリコンアーム2を切り出すシリコン基板20は不純物ドーピングにより抵抗率 $1\Omega\text{cm}$ 以下の低抵抗率構造体となる。

【0038】

(7) 電極11, 12の表面にAuを用いると、ガラスエッチングの際にHFあるいはバッファードHFでエッチングを行うときに、PZT薄膜10を保護するレジストとして作用するため、あえてレジストを塗る必要がなく、製造工程の簡素化を図ることができる。

【0039】

(8) ガラス基板30をシリコン基板20で挟んだ構造体から、アクチュエータが多数並列に連なった状態のブロック40（シリコンブロック／ガラスブロック／シリコンブロック）に切り出し、そのブロック状態でエッチングするため、ガラスエッチングが能率的に行われ低コストである。

(9) ダウンサイズが容易であり、さらなるスライダーの小型化に対応可能である。

【0040】

以上本発明の実施の形態について説明してきたが、本発明はこれに限定されることなく請求項の記載の範囲内において各種の変形、変更が可能なことは当業者には自明であろう。

【0041】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、高精度な制御が可能であり、量産性に

優れるため低いコストで製作可能なHDDサーボコントロール用等に好適なアクチュエータを実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明に係るアクチュエータの実施の形態を示す斜視図である。

【図2】

前記アクチュエータにおけるシリコンアームのPZT薄膜及び電極配置を示す断面図である。

【図3】

前記アクチュエータの製造方法を示す説明図である。

【図4】

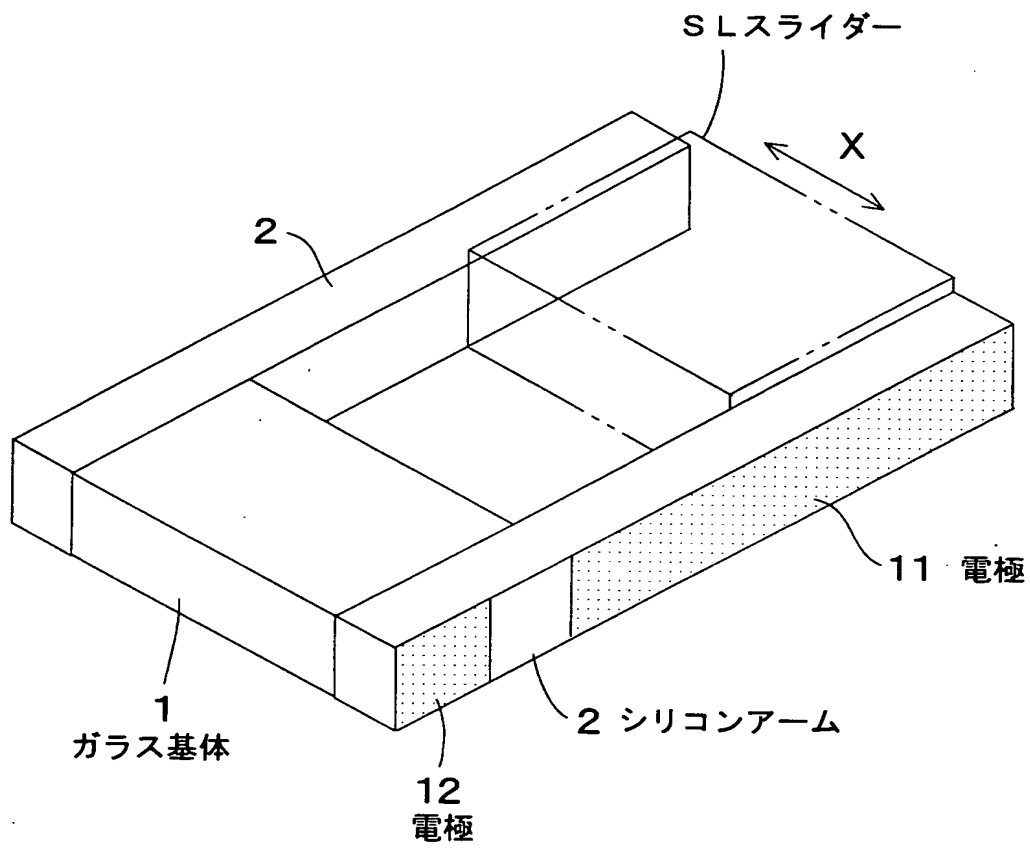
前記アクチュエータにおけるシリコンアームとなるシリコン基板プロセスを示す説明図である。

【符号の説明】

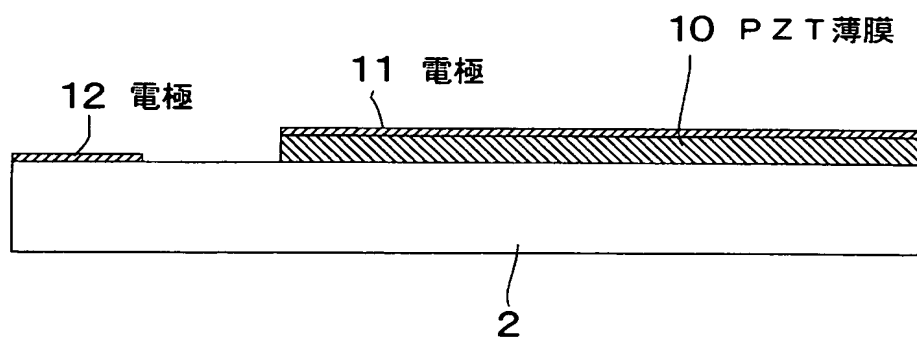
- 1 ガラス基体
- 2 シリコンアーム
- 10 PZT薄膜
- 11, 12 電極
- 20 シリコン基板
- 21 マスク層
- 22 リフトオフレジスト層
- 23 電極膜
- 30 ガラス基板
- 40 ブロック
- 41 ガラスブロック
- 42 シリコンブロック
- SL スライダー

【書類名】 図面

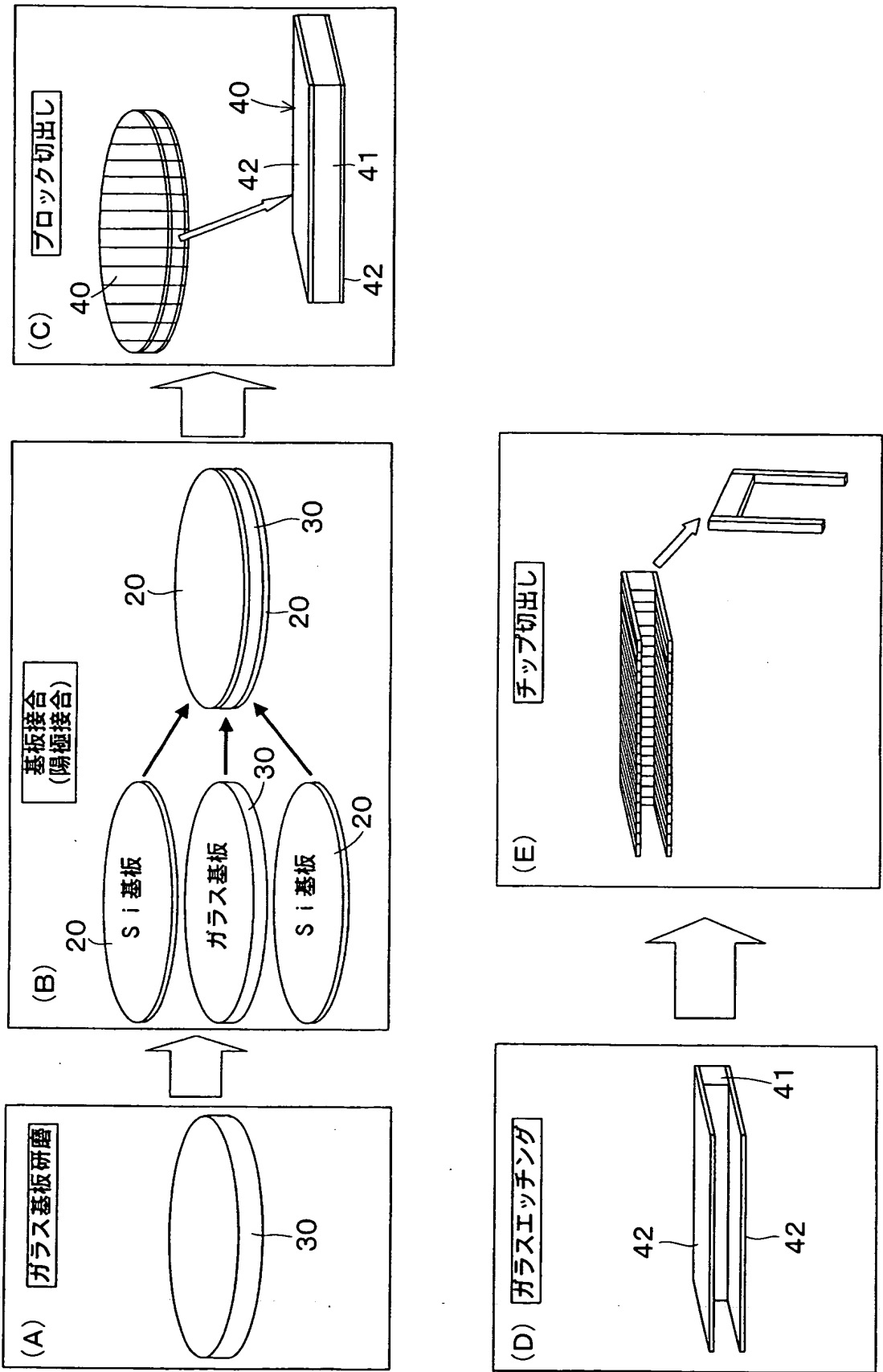
【図 1】



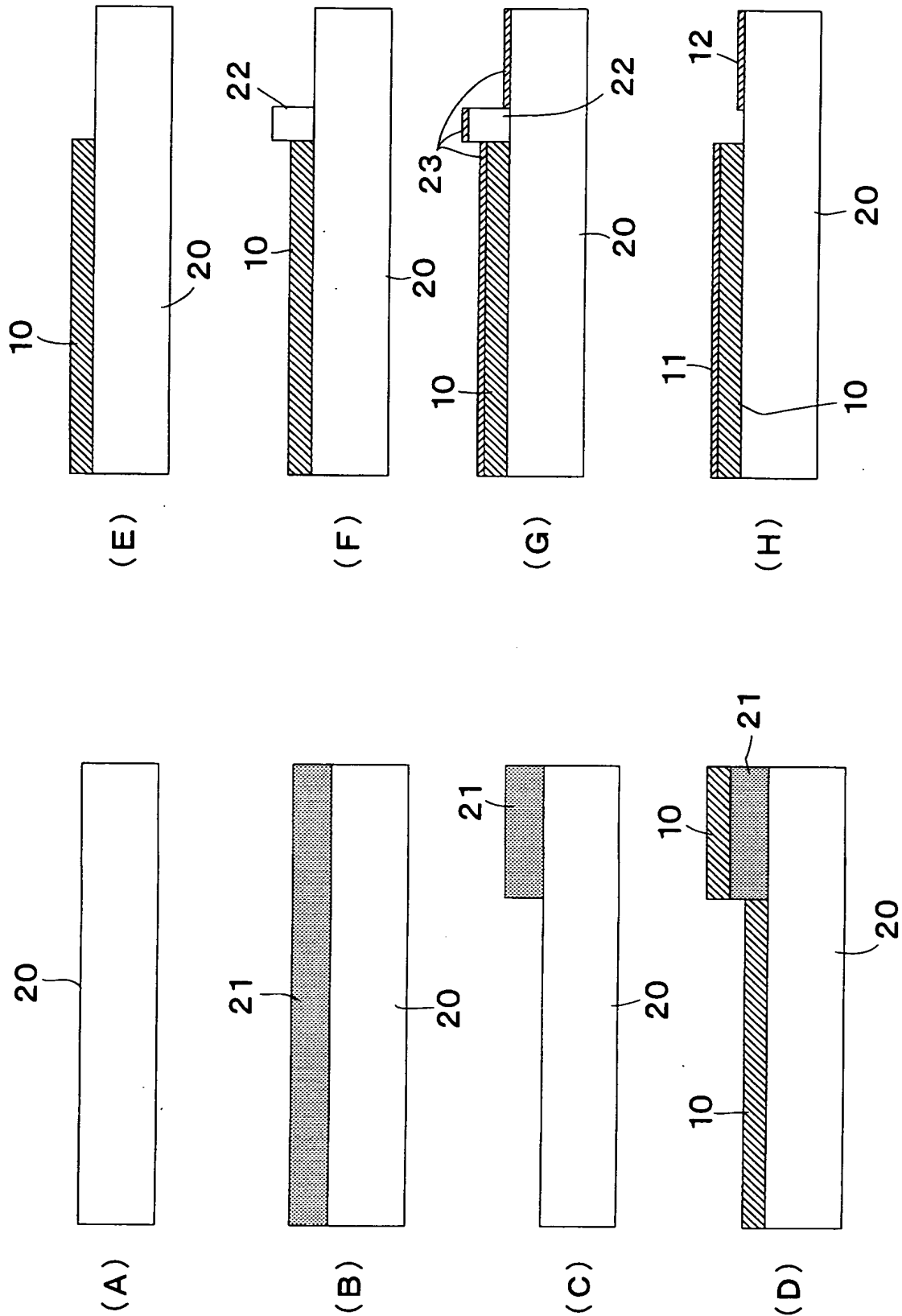
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 高精度な制御が可能で、量産性に優れるため低いコストで製作可能なアクチュエータを実現する。

【解決手段】 ガラス基体 1 と、該ガラス基体 1 の両端面に一端部がそれぞれ接合されていて、不純物ドーピングで低抵抗率となっているシリコンアーム 2 と、該シリコンアーム 2 の前記ガラス基体 1 への接合面の反対面に形成される圧電膜と、該圧電膜上に形成された一方の電極 11 とを備えている。また、前記圧電膜に接する他方の電極を前記シリコンアーム 2 で構成している。前記圧電膜は薄膜技術で形成した P Z T 薄膜等を用いることができる。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 2 - 3 4 6 4 7 6
受付番号	5 0 2 0 1 8 0 5 0 9 5
書類名	特許願
担当官	藤居 建次 1 4 0 9
作成日	平成 1 4 年 1 2 月 2 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】	平成14年11月28日
-------	-------------

次頁無

特願 2 0 0 2 - 3 4 6 4 7 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 3 0 6 7]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都中央区日本橋 1 丁目 1 3 番 1 号

氏 名

ティーディーケイ株式会社

2. 変更年月日

2 0 0 3 年 6 月 2 7 日

[変更理由]

名称変更

住 所

東京都中央区日本橋 1 丁目 1 3 番 1 号

氏 名

T D K 株式会社